

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-100758

(43)Date of publication of application : 05.04.2002

(51)Int.Cl.

H01L 27/15

H01L 27/14

H01L 31/02

H01L 31/12

H01L 33/00

(21)Application number : 2001-201713

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 03.07.2001

(72)Inventor : KONDO TAKAYUKI

(30)Priority

Priority number : 2000205315

Priority date : 06.07.2000

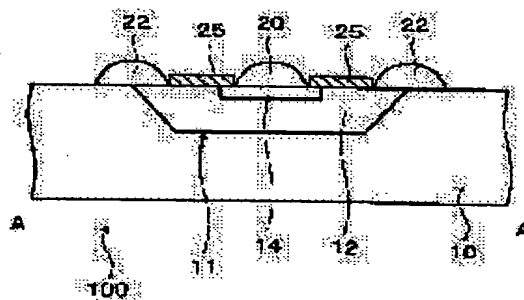
Priority country : JP

(54) DEVICE COMPRISING FUNCTIONAL BLOCK, MANUFACTURING METHOD THEREOF,  
AND OPTICAL TRANSMISSION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device comprising a functional block manufactured by a reliable and low-cost FSA (fluidic self-assembly) method together with its manufacturing method by applying it, for example, to an optical device.

SOLUTION: The device 100 comprises a functional block 12 which is inserted in a recessed part 11 provided on a base body 10, while comprising an optical element 14. A lens shape 20 is formed in a prescribed region on the functional block 12.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-100758

(P2002-100758A)

(43) 公開日 平成14年4月5日 (2002. 4. 5)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 27/15

識別記号

F I

H 0 1 L 27/15

テ-マコード\* (参考)

C 4 M 1 1 8

D 5 F 0 4 1

H 5 F 0 8 8

T 5 F 0 8 9

C

27/14

31/12

審査請求 未請求 請求項の数34 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-201713(P2001-201713)

(22) 出願日 平成13年7月3日 (2001. 7. 3)

(31) 優先権主張番号 特願2000-205315(P2000-205315)

(32) 優先日 平成12年7月6日 (2000. 7. 6)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 近藤 貴幸

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100089037

弁理士 渡邊 隆 (外2名)

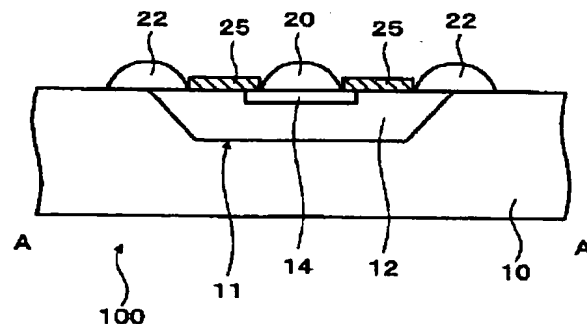
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機能ブロックを含む装置およびその製造方法ならびに光伝送装置

(57) 【要約】

【課題】 信頼性が高く、かつより低価格の装置を提供する。

【解決手段】 本発明の装置100は、機能ブロック12を含む。機能ブロック12は、基体10に設けられた凹部11に嵌め込まれて形成され、かつ光学素子14を含む。機能ブロック12上の所定の領域には、レンズ形状部20が形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基体に設けられた凹部に機能ブロックが配置された装置において、前記機能ブロックは、少なくとも一部に機能素子を含み、前記機能ブロック上の所定の領域に、機能的形状部が形成されている、機能ブロックを含む装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記機能ブロックは半導体デバイスを含む、機能ブロックを含む装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、前記機能素子は光学素子である、機能ブロックを含む装置。

【請求項 4】 請求項 3 において、前記機能的形状部は前記光学素子上に形成され、かつレンズ形状部を含む、機能ブロックを含む装置。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれかにおいて、前記機能ブロック上の所定の領域に電極が形成されている、機能ブロックを含む装置。

【請求項 6】 請求項 1～5 のいずれかにおいて、さらに、前記機能ブロック上に保護層が形成されている、機能ブロックを含む装置。

【請求項 7】 請求項 6 において、前記保護層は、前記基体表面において前記機能ブロックと前記基体との境界領域の少なくとも一部を覆うように形成されている、機能ブロックを含む装置。

【請求項 8】 請求項 6 または 7 において、前記保護層にコンタクトホールが形成されている、機能ブロックを含む装置。

【請求項 9】 請求項 3～8 のいずれかにおいて、前記光学素子は、受光素子および発光素子の少なくとも一方である、機能ブロックを含む装置。

【請求項 10】 基体に設けられた凹部に機能ブロックが配置された装置において、前記基体表面において前記機能ブロックと前記基体との境界領域の少なくとも一部に、前記機能ブロックの固定手段が設けられている、機能ブロックを含む装置。

【請求項 11】 請求項 10 において、前記固定手段が機能的形状部である、機能ブロックを含む装置。

【請求項 12】 請求項 10 または 11 において、前記機能ブロックは半導体デバイスを含む、機能ブロックを含む装置。

【請求項 13】 基体に凹部を設け、少なくとも一部に機能素子を含む機能ブロックを該凹部に自己整合的に嵌め込む工程を含む、機能ブロックを含む装置の製造方法において、以下の工程 (a) および工程 (b) を含む機能ブロックを含む装置の製造方法。

(a) 前記機能ブロック上の所定の領域に液状物を塗布する工程、および

(b) 前記液状物を硬化させて機能的形状部を形成する工程。

【請求項 14】 基体に凹部を設け、少なくとも一部に機能素子を含む機能ブロックを該凹部に自己整合的に嵌め込む工程を含む、機能ブロックを含む装置の製造方法において、以下の工程 (a) および工程 (b) を含む機能ブロックを含む装置の製造方法。

(a) 前記機能ブロック上の所定の領域に液状物を塗布する工程、および

10 (b) 機能的形状部の反転形状部を有するスタンプを用いて該機能的形状部を形成する工程であって、前記機能的形状部を形成する領域上に前記反転形状部が位置するように、前記機能ブロックと前記スタンプとを位置合わせした状態で、前記液状物を硬化させて、前記機能的形状部を形成する工程。

【請求項 15】 請求項 13 または 14 において、前記機能ブロックは半導体デバイスを含む、機能ブロックを含む装置の製造方法。

20 【請求項 16】 請求項 13～15 のいずれかにおいて、前記機能素子は光学素子である、機能ブロックを含む装置の製造方法。

【請求項 17】 請求項 16 において、前記機能的形状部を前記光学素子上に形成する工程であって、前記機能的形状部がレンズ形状部を含むように形成する工程である、機能ブロックを含む装置の製造方法。

30 【請求項 18】 請求項 13～17 のいずれかにおいて、さらに工程 (c) を含む、機能ブロックを含む装置の製造方法。(c) 前記機能ブロック上の所定の領域に、前記機能ブロックを駆動させるための電極を形成する工程。

【請求項 19】 請求項 13～18 のいずれかにおいて、さらに工程 (d) を含む、機能ブロックを含む装置の製造方法。(d) 前記機能ブロック上に、さらに保護層を形成する工程。

40 【請求項 20】 請求項 19 において、前記工程 (d) において、前記保護層を、前記機能ブロックと前記基体との境界領域の少なくとも一部を覆うように形成する、機能ブロックを含む装置の製造方法。

【請求項 21】 請求項 13～20 のいずれかにおいて、前記液状物は、樹脂または樹脂の前駆体を含む液状物である、機能ブロックを含む装置の製造方法。

50 【請求項 22】 請求項 13、15～21 のいずれかにおいて、さらに工程 (e) を含む、機能ブロックを含む装置の製造方法。(e) 前記液状物を塗布する前に、前記機能的形状部を形成するための領域以外の領域に、前記液状物をはじく性質を有する撥液膜を形成する工程。

【請求項 23】 請求項 22 において、前記工程 (b) は、前記撥液膜によってはじかれる液状物を、前記機能的形状部を形成するための領域に配置させる工程である、機能ブロックを含む装置の製造方法。

【請求項 24】 請求項 22 または 23 において、前記撥液膜は、前記電極に吸着する化合物からなる単分子膜である、機能ブロックを含む装置の製造方法。

【請求項 25】 請求項 22～24 のいずれかにおいて、

前記電極は、金を含む材料から形成される、機能ブロックを含む装置の製造方法。

【請求項 26】 請求項 24 または 25 において、前記単分子膜は、一方の末端に前記液状物をはじく性質を有する原子団を含むチオールからなる、機能ブロックを含む装置の製造方法。

【請求項 27】 請求項 13 または 14 において、前記工程 (a) は、ディスペンサノズルの先端に前記液状物の液滴を作り、該液滴を前記機能ブロックの所定の領域に接触させ、該液状物を該所定の領域に配置する工程である、機能ブロックを含む装置の製造方法。

【請求項 28】 請求項 13 または 14 において、前記工程 (a) は、インクヘッドジェットを用いて前記液状物を前記機能ブロックの所定の領域に射出し、該液状物を該所定の領域に配置する工程である、機能ブロックを含む装置の製造方法。

【請求項 29】 請求項 14 において、前記工程 (b) において、前記スタンプは、さらに、コンタクトホールの反転形状部を有し、該スタンプを用いて、前記機能的形状部を形成するとともに、前記電極上にコンタクトホールを形成する、機能ブロックを含む装置の製造方法。

【請求項 30】 基体に凹部を設け、少なくとも一部に機能素子を含む機能ブロックを該凹部に自己整合的に嵌め込む工程を含む、機能ブロックを含む装置の製造方法において、以下の工程 (a) および工程 (b) を含む機能ブロックを含む装置の製造方法。

(a) 前記基体表面において前記機能ブロックと前記基体との境界領域の少なくとも一部に液状物を塗布する工程、および

(b) 前記液状物を硬化させて、前記機能ブロックの固定手段を形成する工程。

【請求項 31】 請求項 30 において、前記固定手段が機能的形状部である、機能ブロックを含む装置の製造方法。

【請求項 32】 請求項 30 または 31 において、前記機能ブロックは半導体デバイスを含む、機能ブロックを含む装置の製造方法。

【請求項 33】 発光素子を含む前記機能ブロックが配置された請求項 1 乃至 32 の何れかに記載の機能ブロッ

クを含む装置と、受光素子を含む前記機能ブロックが配置された請求項 1 乃至 32 の何れかに記載の機能ブロックを含む装置とが、前記発光素子と前記受光素子とが互いに対向するように積層されてなることを特徴とする光伝送装置。

【請求項 34】 発光素子を含む前記機能ブロックが配置された請求項 1 乃至 32 の何れかに記載の機能ブロックを含む装置からなる発光部と、受光素子を含む前記機能ブロックが配置された請求項 1 乃至 32 の何れかに記載の機能ブロックを含む装置からなる受光部とを有することを特徴とする光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、機能ブロックを含む装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【背景技術】 近年、電子デバイスの実装方法の一つとして、FSA (Fluidic Self-Assembly) 法を用いた実装方法が開発された。この FSA 法は、10～数百ミクロンの大きさおよび所定の形状を有する電子デバイス（以下、「機能デバイス」という）を液体中に分散させ、この機能デバイスとほぼ同じ大きさおよび形状の穴あるいは嵌合部を含む基体表面にこの液体を流し込み、この機能デバイスを当該穴あるいは嵌合部に嵌めこむことにより、機能デバイスを基体の実装する技術である。FSA 法については、たとえば、インフォメーションディスプレイ誌 (S. Drobac, INFORMATION DISPLAY VOL. 11 (1999) 12～16 頁)、米国特許第 5, 545, 291 号明細書、米国特許第 5, 783, 856 号明細書、米国特許第 5, 824, 186 号明細書、および米国特許第 5, 904, 545 号明細書等に開示されている。

【0003】 次に、FSA 法を用いた半導体装置の実装工程の一例について簡単に説明する。

【0004】 (1) まず、単結晶シリコンからなり、数百～数百万個の電子デバイスを含むウエハを、エッチングによって数千～数百万個の機能ブロックに分割する。分割により得られる機能ブロックは所定の 3 次元形状を有し、各々が所定の機能を有する。また、電子デバイスは、たとえばトランジスタのように単純な構造のものであっても、あるいは IC のように複雑な構造を有するであってよい。

【0005】 (2) 前述した機能ブロックとは別に、これらの機能ブロックを嵌め込む基体を形成する。この基体には、打刻やエッチング、あるいはレーザー等を用いて、機能ブロックを嵌め込むための穴を形成する。この穴は、機能ブロックの大きさおよび形状に一致するように形成される。

【0006】 (3) 次に、前述の工程により形成した機能ブロックを液体中に分散させ、この分散液を (2) の

工程で形成した基体の表面に流す。この工程により、機能ブロックは基体表面を通過しながら、基体に設けられた穴に落ちて自己整合的に嵌まる。穴に嵌まらなかった機能ブロックは、分散液中から回収され、クリーニングされた後、同じくクリーニングされた液体中に再度分散させられ、別の新たな基体表面に流される。以上の工程が繰り返される間、機能ブロックと分散液は再利用され続ける。

【0007】(4) 基体に形成された穴に嵌合した機能ブロックは、一般的なメタライズ法等で電気配線され、最終的な電気回路の一部として機能する。以上の工程により、機能ブロックが半導体装置に実装される。

【0008】このFSA法によれば、大量の機能ブロックを一度に基体の実装することができるため、ディスプレイなどの装置の低価格化を図ることができ、かつ生産スピードを向上させることができる。また、あらかじめ検査により駆動可能な良品のみを機能ブロックとして用いて実装を行なうことができるため、装置の信頼性を高めることができる。

【0009】また、機能ブロックを嵌合するための基体は、ガラス、プラスチック、シリコン等の様々な材料を用いることができ、基体に用いる材料の選択の自由度が高い。同様に、機能ブロックに用いる材料も、シリコン、ゲルマニウム-シリコン、ガリウム-砒素、インジウム-リン等、機能ブロックに必要な機能に合わせて選択することができる。このように、FSA法は電子デバイスの実装方法の一つとして、優れた作用および効果が期待されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】このFSA法を用いて製造された機能ブロックを含む装置を、たとえば光学装置に応用することにより、信頼性が高く、かつ低価格の半導体装置の開発が求められている。本発明の目的は、機能ブロックを含む装置およびその製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】(第1の装置) 本発明にかかる機能ブロックを含む装置は、基体に設けられた凹部に機能ブロックが配置された装置において、前記機能ブロックは、少なくとも一部に機能素子を含み、前記機能ブロック上の所定の領域に、機能的形状部が形成されている。

【0012】ここで、機能素子とは、電子デバイスとして機能し得る素子をいう。また、機能的形状部とは、所定の機能を発揮するために必須の形状を有する部材をいう。

【0013】この構成によれば、前記機能ブロック上の所定の領域に、機能的形状部が形成されていることにより、所定の機能を発揮することができる。以上の点については、本発明の実施の形態の欄で詳述する。

【0014】前記機能ブロックを含む装置の好ましい態様としては、(1)～(4)を例示できる。

【0015】(1) 前記機能ブロックは半導体デバイスを含むことができる。

【0016】(2) 前記機能素子として光学素子を用いることができる。

【0017】この場合、前記機能的形状部は前記光学素子上に形成され、かつレンズ形状部を含むことができる。ここで、前記光学素子は、受光素子および発光素子の少なくとも一方であることが望ましい。この構成によれば、前記光学素子の機能を高めることができる。詳しくは、本発明の実施の形態の欄で詳述する。

【0018】(3) 前記機能ブロック上の所定の領域に電極を形成することができる。

【0019】(4) さらに、前記機能ブロック上に保護層を形成することができる。

【0020】この場合、前記保護層を、前記基体表面において前記機能ブロックと前記基体との境界領域の少なくとも一部を覆うように形成することができる。

【0021】さらに、この場合、前記保護層にコンタクトホールを形成することができる。

【0022】(第2の装置) また、本発明にかかる機能ブロックを含む装置は、基体に設けられた凹部に機能ブロックが配置された装置において、前記基体表面において前記機能ブロックと前記基体との境界領域の少なくとも一部に、前記機能ブロックの固定手段が設けられている。

【0023】この構成によれば、前記機能ブロックを固定するために最低限必要な箇所に固定手段を設けることができるため、前記機能ブロック上に部材を設ける場合には設計の自由度を大きくすることができる。

【0024】この場合、前記固定手段が機能的形状部である。また、この場合、前記機能ブロックは半導体デバイスを含むことができる。

【0025】(第1の製造方法) 本発明の機能ブロックを含む装置の製造方法は、基体に凹部を設け、少なくとも一部に機能素子を含む機能ブロックを該凹部に自己整合的に嵌め込む工程を含む製造方法であって、以下の工程(a)および工程(b)を含む。

【0026】(a) 前記機能ブロック上の所定の領域に液状物を塗布する工程、および(b) 前記液状物を硬化させて機能的形状部を形成する工程。

【0027】この製造方法によれば、前記液状物を前記機能デバイスに供給してやり、前記液状物を硬化することのみで、前記機能的形状部をセルフアラインで形成することができる。その結果、位置ずれすることなく、かつきわめて簡単な工程で前記機能的形状部を形成することができる。

【0028】(第2の製造方法) 本発明の機能ブロックを含む装置の製造方法は、基体に凹部を設け、少なくと

も一部に機能素子を含む機能ブロックを該凹部に自己整合的に嵌め込む工程を含む製造方法であって、以下の工程（a）および工程（b）を含む。

【0029】（a）前記機能ブロック上の所定の領域に液状物を塗布する工程、および（b）機能的形状部の反転形状部を有するスタンプを用いて該機能的形状部を形成する工程であって、機能的形状部を形成する領域上に前記反転形状部が位置するように、前記機能ブロックと前記スタンプとを位置合わせした状態で、前記液状物を硬化させて、前記機能的形状部を形成する工程。

【0030】この製造方法によれば、位置ずれの少ない前記機能的形状部を簡便に形成することができる。

【0031】また、前記工程（b）において、さらに、前記スタンプがコンタクトホールを有するものであり、該スタンプを用いて、前記機能的形状部を形成するとともに、前記電極上にコンタクトホールを形成することができる。この製造方法によれば、前記スタンプを利用して一体的に前記機能的形状部と前記コンタクトホールを形成することができるため、たとえばフォトリソグラフィ法を用いて前記機能的形状部と前記コンタクトホールを形成する場合と比較して簡単に前記機能的形状部等を形成することができ、製造に要する時間を大幅に短縮することができる。

【0032】前述した第1および第2の製造方法の好ましい態様としては、（1）～（6）を例示できる。

【0033】（1）前記機能ブロックは半導体デバイスを含むことができる。

【0034】（2）前記機能素子として光学素子を用いることができる。

【0035】この場合、前記機能的形状部を前記光学素子上に形成する工程であって、前記機能的形状部がレンズ形状部を含むように形成する工程を用いることができる。

【0036】（3）さらに、以下の工程（c）を含むことができる。

【0037】（c）前記機能ブロック上の所定の領域に、前記機能ブロックを駆動させるための電極を形成する工程。

【0038】（4）さらに、以下の工程（d）を含むことができる。

【0039】（d）前記機能ブロック上に、さらに保護層を形成する工程。

【0040】この場合、前記工程（d）において、前記保護層を、前記機能ブロックと前記基体との境界領域の少なくとも一部を覆うように形成することができる。

【0041】（5）前記液状物は、樹脂または樹脂の前駆体を含む液状物であることが望ましい。

【0042】（6）前記工程（a）において、前記機能ブロック上の所定の領域に液状物を塗布する方法として、たとえば、ディスペンサノズルの先端に前記液状物

の液滴を作り、該液滴を前記機能ブロックの所定の領域に接触させ、該液状物を該所定の領域に配置する方法を用いることができる。あるいは、インクヘッドジェットを用いて前記液状物を前記機能ブロックの所定の領域に射出し、該液状物を該所定の領域に配置する方法を用いることができる。

【0043】（第3の製造方法）前述した第1の製造方法においては、さらに、以下の工程（e）を含むことができる。

10 【0044】（e）前記液状物を塗布する前に、前記機能的形状部を形成するための領域以外の領域に、前記液状物をはじく性質を有する撥液膜を形成する工程。

【0045】この場合、前記第1の製造方法に含まれる前記工程（b）は、前記撥液膜によってはじかれる液状物を、前記機能的形状部を形成するための領域に配置させる工程であることが望ましい。この工程については、詳しくは、本発明の実施の形態の欄で詳述する。

20 【0046】また、この場合、前記撥液膜は、前記電極に吸着する化合物からなる単分子膜であることが望ましい。

【0047】さらに、この場合、前記電極は金を含む材料から形成されることが望ましく、前記単分子膜は、一方の末端に前記液状物をはじく性質を有する原子団を含むチオールからなることが望ましい。

【0048】（第4の製造方法）本発明の機能ブロックを含む装置の製造方法は、基体に凹部を設け、少なくとも一部に機能素子を含む機能ブロックを該凹部に自己整合的に嵌め込む工程を含む製造方法であって、以下の工程（a）および工程（b）を含む。

30 【0049】（a）前記基体表面において前記機能ブロックと前記基体との境界領域の少なくとも一部に液状物を塗布する工程、および（b）前記液状物を硬化させて、前記機能ブロックの固定手段を形成する工程。

【0050】この構成によれば、前記機能ブロックを固定するために最低限必要な箇所に固定手段を設けることができるため、材料の無駄が少なくすることができる。

【0051】この場合、前記固定手段が機能的形状部であることが望ましい。また、前記機能ブロックは半導体デバイスを含むことができる。

40 【0052】本発明の光伝送装置は、発光素子を含む前記機能ブロックが配置された上記本発明の機能ブロックを含む装置と、受光素子を含む前記機能ブロックが配置された上記本発明の機能ブロックを含む装置とが、前記発光素子と前記受光素子とが互いに対向するように積層されてなることを特徴とするものである。

【0053】また、本発明の光伝送装置は、発光素子を含む前記機能ブロックが配置された上記本発明の機能ブロックを含む装置からなる発光部と、受光素子を含む前記機能ブロックが配置された上記本発明の機能ブロックを含む装置からなる受光部とを有することを特徴とする

ものである。

【0054】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0055】【第1の実施の形態】

（デバイスの構造）図1は、本発明の第1の実施の形態にかかる機能ブロック12を含む装置100を模式的に示す断面図である。図2は、図1に示す装置100の平面図である。図1は、図2のA-A線における断面を示している。

【0056】装置100は、基体10と、基体10の凹部11に設けられた機能ブロック12とを含む。

【0057】基体10は、シリコン、ガラス、プラスチック等の材料からなる。基体10の材質は、機能素子および機能ブロック12の種類や、装置100の用途に応じて適宜選択される。

【0058】機能ブロック12は、背景技術の欄で前述したFSA法によって、基体10の凹部11に嵌め込まれて形成される。機能ブロック12は、半導体デバイスを含むことができる。なお、図1においては、機能ブロック12が四角錐台状である例を示したが、機能ブロック12の形状はこれに限定されるわけではなく、用途および機能に応じて種々の形状をとることができる。

【0059】機能ブロック12の表面には、機能素子として光学素子14が形成されている。光学素子14はたとえば、VCSEL（vertical cavity surface emitting laser; 面発光型半導体レーザ）、LED（light emitting diode; 発光ダイオード）、EL素子（electroluminescent device）等の発光素子、あるいはフォトコンダクタ（photoconductor）や、PD（photo diode）等の受光素子である。

【0060】光学素子14の上には、機能的形状部であるレンズ形状部20が形成されている。レンズ形状部20は透明であり、かつ凸レンズ形状を有する。すなわち、レンズ形状部20の上面は凸レンズ面を構成する。

【0061】光学素子14が発光素子の場合、レンズ形状部20は光学素子14から出射する光を屈折させる機能を有する。一方、光学素子14が受光素子の場合、レンズ形状部20は光を屈折させ光学素子14の所定の領域へ集光させる機能を有する。

【0062】レンズ形状部20の材質は、特に限定されるものではないが、たとえば、ポリイミド系樹脂、紫外線硬化型アクリル系樹脂、紫外線硬化型エポキシ系樹脂などの高分子化合物から形成されることが望ましく、ポリイミド系樹脂から形成されているのがより望ましい。

【0063】機能ブロック12の上には、電極層25が形成されている。電極層25は上部電極であり、コンタクト（図示せず）によって光学素子14と電気的に接続され、さらに、電極層25が外部電極（図示せず）と接続されることにより、光学素子14に電力が供給され

る。なお、図2においては電極層25の図示を、図1および図2においては下部電極の図示をそれぞれ省略する。

【0064】また、固定部22は、基体10の表面において機能ブロック12と基体10との境界領域の少なくとも一部を覆うように形成されている。固定部22も機能的形状部として機能する。すなわち、固定部22は、基体10の凹部11に嵌め込まれた機能ブロック12を固定する手段として機能を有する。

10 【0065】なお、本実施の形態では、機能素子が光学素子14である場合を示したが、機能素子は光学素子に限定されるわけではなく、たとえば、トランジスタ等を用いることができる。また、機能的形状部も、レンズ形状部20や固定部22に限定されるわけではなく、たとえば、平面導波路やスペーサ等であってもよい。

【0066】（デバイスの動作）以下に、機能ブロック12を含む装置100の動作を説明する。

20 【0067】光学素子14が発光素子の場合、光学素子14が駆動することにより生じた光が、光学素子14の上面の所定の領域から出射する。レンズ形状部20は、出射面において、この出射光を屈折させ、その放射角を狭めることができる。また、光学素子14の上面に形成される光の出射口の径を大きくした場合であっても、レンズ形状部20を用いることにより、出射光の放射角を狭めることができる。

【0068】一方、光学素子14が受光素子の場合、レンズ形状部20に入射した光は屈折して光学素子14の所定の領域へ集光する。この集光した光が光学素子14によって電気信号へと変換される。

30 【0069】（デバイスの製造プロセス）次に、図1に示す装置100の製造プロセスについて説明する。図3および図4は、装置100の製造工程の一例を示す図である。

【0070】（1）光学素子14を含む機能ブロック12の形成、ならびに機能ブロック12の凹部11への嵌め込みは、背景技術の欄で説明したFSA法を用いて行なう。この工程により、光学素子14を含む機能ブロック12が凹部11に嵌め込まれた基体10が得られる。

40 【0071】（2）次に、機能ブロック12上面において、光学素子14上、ならびに機能ブロック12と基体10との境界領域に液状物を塗布する。液状物を塗布する方法として、ディスペンサノズル27により液状物を供給する方法について、図3（a）、図3（b）を参照しながら説明する。図3（a）、図3（b）は、ノズル27により液状物24を光学素子14上に供給する方法を経時的に表した模式図である。

50 【0072】レーザ出射部の構成材質となる樹脂またはその樹脂の前駆体の液状物24をノズル27に注入する。ノズル27の先端にこの液状物24の液滴を作った後、図3（a）に示すように、この液滴を機能ブロック



12上に接触させる。そして、図3(b)に示すように、光学素子14上でノズル27を離し、光学素子14上に液状物24を移す。ノズル27を用い同様の方法にて、機能ブロック12と基体10との境界領域にも液状物24を形成する。

【0073】このように、ノズルにより液状物を機能ブロック12上に供給する方法によれば、液状物の粘度、ノズル径およびノズル先端の液滴量などを調整したり、ノズル先端の表面処理などにより、レンズ形状部20の厚さを容易に制御することができる。また、ノズルによる液状物の供給方法は、液状物の粘度による影響を受けにくい、使用可能な液状物の範囲が広い。さらに、必要となるところのみ液状物を確実に供給することができるため、無駄がなく、余計なところに液状物が付着することもない。

【0074】樹脂の液状物としては、たとえば、紫外線硬化型アクリル系樹脂、紫外線硬化型エポキシ系樹脂などを挙げることができる。前駆体の液状物としては、ポリイミド前駆体の液状物、紫外線硬化型アクリル系樹脂および紫外線硬化型エポキシ系樹脂のモノマーを含む液状物などを挙げることができる。

【0075】紫外線硬化型樹脂は、紫外線照射のみで硬化することができるため、素子への熱によるダメージや、熱硬化させた場合に生じる半導体層と樹脂との熱膨張差によるレーザ出射部の剥離などの心配がない。

【0076】紫外線硬化型樹脂は、プレポリマー、オリゴマーおよびモノマーのうち少なくとも1種と光重合開始剤を含んだものからなる。

【0077】紫外線硬化型アクリル系樹脂の具体例としては、プレポリマーまたはオリゴマーとしては、たとえば、エポキシアクリレート類、ウレタンアクリレート類、ポリエステルアクリレート類、ポリエーテルアクリレート類、スピロアセタール系アクリレート類等のアクリレート類、エポキシメタクリレート類、ウレタンメタクリレート類、ポリエステルメタクリレート類、ポリエーテルメタクリレート類等のメタクリレート類等が利用できる。

【0078】モノマーとしては、たとえば、2-エチルヘキシルアクリレート、2-エチルヘキシルメタクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレート、2-ヒドロキシエチルメタクリレート、N-ビニル-2-ピロリドン、カルビトールアクリレート、テトラヒドロフルフリルアクリレート、イソボルニルアクリレート、ジシクロペンテニルアクリレート、1,3-ブタンジオールアクリレート等の単官能性モノマー、1,6-ヘキサジオールジアクリレート、1,6-ヘキサジオールジメタクリレート、ネオペンチルグリコールアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、ペンタエリスリトールジアクリレート等の二官能性モノマー、トリメチロールプロパントリアクリレート、トリメチロールプロ

パントリメタクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート等の多官能性モノマーが挙げられる。

【0079】光重合開始剤としては、たとえば、2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノンなどのアセトフェノン類、 $\alpha$ -ヒドロキシイソブチルフェノン、p-イソプロピル- $\alpha$ -ヒドロキシイソブチルフェノンなどのブチルフェノン類、p-tert-ブチルジクロロアセトフェノン、p-tert-ブチルトリクロロアセトフェノン、 $\alpha$ ,  $\alpha$ -ジクロロ-4-フェノキシアセトフェノンなどのハロゲン化アセトフェノン類、ベンゾフェノン、N,N-テトラエチル-4,4-ジアミノベンゾフェノンなどのベンゾフェノン類、ベンジル、ベンジルジメチルケタールなどのベンジル類、ベンゾイン、ベンゾインアルキルエーテルなどのベンゾイン類、1-フェニル-1,2-プロパンジオール-2-( $\alpha$ -エトキシカルボニル)オキシムなどのオキシム類、2-メチルチオキサントン、2-クロロチオキサントンなどのキサントン類、ベンゾインエーテル、イソブチルベンゾインエーテルなどのベンゾインエーテル類、ミヒラーケトン類のラジカル発生化合物を挙げることができる。紫外線硬化型アクリル系樹脂を硬化した後の樹脂は、透明度が高いという利点を有しており、レンズに適している。

【0080】ポリイミド前駆体としては、ポリアミク酸、ポリアミク酸の長鎖アルキルエステルなどを挙げることができる。ポリイミド前駆体を熱硬化させて得られたポリイミド系樹脂は可視光領域において、80%以上の透過率を有し、屈折率が1.7~1.9と高いため、大きなレンズ効果が得られる。

【0081】(3) つづいて、機能ブロック12上の液状物24を硬化させて、光学素子14上にレンズ形状部20を形成するとともに、機能ブロック12と基体10との境界領域に固定部22を形成する。液状物24が前述の紫外線硬化型樹脂の場合には、紫外線を照射することにより、硬化させることができる。

【0082】また、液状物として、ポリイミド前駆体の液状物を用いた場合には、ポリイミド前駆体の液状物を加熱キュア処理してイミド化反応を起こしポリイミド系樹脂を生成させることにより、硬化させることができる。キュア温度は、前駆体の種類によって異なるが、機能ブロック12を構成する光学素子14等への熱によるダメージ、基体10とポリイミド系樹脂との熱膨張差、および電極層25のアロイングの防止などの観点から、150℃程度が適当である。

【0083】前述した(2)において、液状物を機能ブロック12上に供給する方法として、ディスペンサノズル27による供給方法を例示したが、図4(a)および図4(b)に示すように、インクジェットヘッド28を用いて、液状物24を機能ブロック12上に射出して供給する方法なども適用することができる。インクジェッ

トヘッド 28 を用いた方法は、短時間で液状物を機能ブロック 12 上に供給することができ、生産性が高いという利点がある。液状物をインクジェットにより塗布する際、液状物の液粘度は、重要な要素であるが、希釈溶剤を液状物に添加することにより、適当な液粘度に調整することもできる。

【0084】紫外線硬化型樹脂の液状物に適用可能な希釈溶剤としては、特に限定されるものではないが、たとえば、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノプロピルエーテル、メトキシメチルプロピオネート、メトキシエチルプロピオネート、エチルセロソルブ、エチルセロソルブアセテート、エチルラクテート、エチルピルピネート、メチルアミルケトン、シクロヘキサノン、キシレン、トルエン、ブチルアセテートなどを挙げることができ、単独で、または、2 種以上を混合して使用することができる。

【0085】ポリイミドの前駆体の液状物に適用可能な希釈溶剤としては、たとえば、N-メチル-2-ピロリドンを挙げることができる。

【0086】(4) さらに、機能ブロック 12 上の所定の領域に、一般的なメタライズ法等を用いて、機能ブロック 12 を駆動させるための電極層 25 を形成する。なお、本実施の形態においては、レンズ形状部 20 を形成した後に電極層 25 を形成する例を示したが、レンズ形状部 20 を形成する前に電極層 25 を形成することもできる。以上の工程により、図 1 に示す機能ブロック 12 を含む装置 100 が得られる。

【0087】以上説明したように、本実施の形態の機能ブロック 12 を含む装置 100 では、機能ブロック 12 が機能素子として光学素子 14 を含み、かつ機能ブロック 12 上の所定の領域に、機能的形状部であるレンズ形状部 20 が形成されている。光学素子 14 が受光素子の場合、レンズ形状部 20 は入射する光を集光することができる。また、光学素子 14 が発光素子の場合、レンズ形状部 20 は光学素子 14 から出射する光の放射角を狭めることができる。このように、機能ブロック 12 を含む装置 100 において、機能的形状部であるレンズ形状部 20 が光学素子 14 上に設けられていることにより、機能素子である光学素子 14 の機能を高めることができる。

【0088】また、機能ブロック 12 と基体 10 とを固定するための固定部 22 を、レンズ形状部 20 と同一工程で形成することができるため、工程数を少なくすることができる。

【0089】[第 2 の実施の形態]

(デバイスの構造) 図 5 は、本発明の第 2 の実施の形態にかかる機能ブロック 12 を含む装置 200 を模式的に示す断面図である。

【0090】本実施の形態の機能ブロック 12 を含む装置 200 は、機能ブロック 12 の表面において基体 10

と機能ブロック 12 との境界領域全面を覆うように保護層 18 が形成されている点、ならびに光学素子 14 の表面は液状樹脂に対して親和性を有する一方、電極層 125 の表面は液状樹脂をはじく性質を有するように処理されており、その結果、図 5 に示すように、光学素子 14 上に設けられた電極層 125 の開口部に、セルフアラインでレンズ状の樹脂(レンズ形状部 120)が形成されている点で、第 1 の実施の形態にかかる装置 100 と異なる。この他の部分については第 1 の実施の形態にかかる装置 100 と近似する構造を有する。近似する構造を有する部分については詳細な説明は省略する。なお、機能ブロック 12 を含む装置 200 において、第 1 の実施の形態にかかる装置 100 と同一の構成要素については、同一番号を付すものとする。

【0091】レンズ形状部 120 は、第 1 の実施の形態にかかるレンズ形状部 20 と同様の作用および効果を有する。すなわち、レンズ形状部 120 が機能的形状部であり、光学素子 14 が機能素子である。したがって、光学素子 14 が受光素子の場合には、レンズ形状部 120 は光を屈折させて光学素子 14 の所定の領域へ集光させる機能を有し、光学素子 14 が発光素子の場合にはレンズ形状部 120 は出射する光を屈折させ、放射角を小さくする機能を有する。

【0092】(デバイスの動作) 第 2 の形態にかかる機能ブロックを含む装置 200 の動作は、第 1 の実施の形態にかかる装置 100 の動作と同様である。よって、その説明を省略する。

【0093】(デバイスの製造プロセス) 次に、図 5 に示す機能ブロック 12 を含む装置 200 の製造プロセスについて説明する。図 6 および図 7 は、装置 200 の製造工程の一例を示す図である。

【0094】(1) まず、第 1 の実施の形態にかかる装置 100 と同様に、背景技術の欄で説明した FSA 法を用いて、光学素子 14 を含む機能ブロック 12 が凹部 11 に嵌め込まれた基体 10 を形成する。

【0095】ここで、機能ブロック 12 の表面を、液状物(後述する)に対して親和性を有する材質から形成する。すなわち、機能ブロック 12 の表面を、前記液状物をはじかない材質から形成する。これにより、後述する工程において、機能ブロック 12 上に前記液状物を移す際に、機能ブロック 12 上で前記液状物が安定して存在することができる。

【0096】(2) つづいて、図 6 に示すように、機能ブロック 12 上に電極層 125 を形成する。この電極層 125 は、機能ブロック 12 を駆動させるための電力を供給するために設けられる。図 5 に示す装置 200 においては、電極層 125 の一部が光学素子 14 上に設置されている。

【0097】(3) 次に、電極層 125 上に撥液膜 110 を形成する。撥液膜 110 は、後述する液状物をはじ

10

20

30

40

50

く性質を有している。

【0098】ここで、電極層125を構成する金属層の表面が金層115である場合には、撥液膜110としては、たとえば、以下のようにして得られた単分子膜からなる。

【0099】機能基を末端に有するチオールを1~10 mMのエタノール水溶液に溶解させる。その溶液に電極層125を浸漬すると、電極層125上のみ、機能基を末端に有するチオールの単分子膜（以下「チオール単分子膜」という）が形成される。

【0100】ここで、機能基を末端に有するチオールとしては、たとえば、 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n(\text{CH}_2)_m\text{SH}$ （ $m$ は、5~60の整数、 $n$ は、1~20の整数を示す）で表されるフッ素系の機能基を末端に有するチオールなどを挙げることができる。

【0101】以下に、図6および図7を参照して、電極層125上に、チオール単分子膜116が形成される理由を説明する。

【0102】図7は、チオール単分子膜116を形成した直後の光学素子14および電極層125の表面の一部分を模式的に示した拡大図であり、図6に示す領域A100部分の拡大図である。

【0103】チオールは、チオールのメルカプト基の硫黄原子と金原子とが共有結合的に化学結合することにより、金に化学吸着する性質を有する。この性質のため、金層115からなる電極層125を、機能基114を有するチオールを含む溶液に浸漬すると、図7に示すように、機能基114を末端に有するチオール112は、メルカプト基113を電極層125に向けた配向をとって電極層125の表面上に化学吸着される。一方、光学素子14を含む機能ブロック12の表面には、機能基114を末端に有するチオール112は化学吸着しない。また、末端に存在している機能基114は、チオール単分子膜116の表面に現れる。その結果、電極層125上に、チオール単分子膜116を形成することができる。

【0104】このチオール単分子膜116は、以下のような理由で、撥液膜110として作用する。

【0105】このチオール単分子膜116の表面には、図7に示すように、後述する液状物をはじく性質が付与された機能基114が現れている。このため、チオール単分子膜116は、後述する液状物をはじく性質を有し、撥液膜110として作用することができる。

【0106】このように化学吸着を利用して撥液膜110を形成する利点は、電極層125上に、選択的に、かつ、簡便に撥液膜110を形成することができる点にある。

【0107】上記実施の形態において、撥液膜110は、機能基114を有するチオールからなる単分子膜について述べたが、この化合物に限らず、電極層125に吸着し、かつ、上記の液状物をはじく性質を有する単分

子膜であれば、本発明の撥液膜110として適用することができる。また、撥液膜110は、単分子膜に限られるものではなく、液状物をはじく性質を有する膜であれば、特に限定されない。また、撥液膜110は、必要に応じて、適宜、剥離することができる。

【0108】また、上記の製造プロセスでは、電極層125を構成する金属層の表面が金層115である場合について述べたが、撥液膜111と密着するものであれば、特に限定されるものではない。

10 【0109】(4) つづいて、光学素子14を含む機能ブロック12上に液状物（図示せず）を供給する。液状物を供給する方法は、第1の実施の形態にかかる装置100の製造工程で用いた場合と同様に、ディスペンサノズルによる方法、またはインクジェットによる方法を用いることができる。あるいは、スピコート法、ディッピング法、スプレーコート法、ロールコート法、バーコート法などを利用することができる。

【0110】光学素子14を含む機能ブロック12は、その表面が液状物をはじかない材質からなる。そのため、光学素子14を含む機能ブロック12上に液状物を供給した場合、露出した機能ブロック12上に移された液状物が安定して存在することができる。また、電極層125上にはみだした液状物は、電極層125上に形成された撥液膜110によりはじかれる。はじかれた液状物は、機能ブロック12の露出面上の液状物に吸収される。その結果、液状物は、機能ブロック12の露出面上に残る。残った液状物は、表面張力により、マイクロレンズの原形となるレンズ形状部120および保護層18の形状を形作る。

30 【0111】(5) さらに、機能ブロック12上の液状物を硬化させることにより、光学素子14上にレンズ形状部120を形成するとともに、機能ブロック12と基体10との境界領域を全面的に覆う保護層18を形成する。以上の工程により、図5に示す装置200が得られる。

【0112】本実施の形態の機能ブロックを含む装置200は、第1の実施の形態にかかる装置100と同様の作用および効果を有する。

40 【0113】また、本実施の形態の装置200の製造方法によれば、前記液状物を機能デバイス12に供給してやり、前記液状物を硬化することのみで、マイクロレンズとして機能するレンズ形状部120をセルフアラインで形成することができる。その結果、光軸合わせが不要で光軸ずれのないレンズ形状部120をきわめて簡単な工程で形成することができる。くわえて、レンズ形状部120の形成と同時にコンタクトホール16をセルフアラインで形成することができるため、工程数を少なくすることができる。

50 【0114】さらに、レンズ形状部120を形成する際に、電極層125に撥液膜110を形成してから液状物

を供給することにより、レンズ形状部 120 の大きさおよび形状を容易に制御することができる。

【0115】 [第3の実施の形態]

(デバイスの構造) 図8は、本発明の第3の実施の形態にかかる機能ブロック 12 を含む装置 300 を模式的に示す断面図である。

【0116】 本実施の形態の機能ブロック 12 を含む装置 300 は、保護層 118 が基体 10 と機能ブロック 12 との境界領域全面を覆うように形成されている点で、第2の実施の形態にかかる装置 200 と近似する構造を有する。このため、近似する構造を有する部分については詳細な説明を省略する。一方、本実施の形態にかかる装置 300 には、コンタクトホール 16 が設けられている点で、第1および第2の実施の形態にかかる装置 100、200 と異なる。なお、装置 300 において、第1および第2の実施の形態にかかる装置 100、200 とほぼ同一の構成要素については、同一番号を付すものとする。

【0117】 装置 300 には、レンズ形状部 220 を含む保護層 119 が設けられている。レンズ形状部 220 は、第1の実施の形態にかかるレンズ形状部 20 と同様の作用および効果を有する。すなわち、レンズ形状部 220 は機能的形状部であり、光学素子 14 が機能素子である。したがって、光学素子 14 が受光素子の場合には、レンズ形状部 220 は光を屈折させて光学素子 14 の所定の領域へ集光させる機能を有し、光学素子 14 が発光素子の場合にはレンズ形状部 220 は出射する光を屈折させ、放射角を小さくする機能を有する。

【0118】 また、コンタクトホール 16 は、電極層 225 上に形成され、電極層 225 と外部電極 (図示せず) とを接続するコンタクトの一部を構成する。

【0119】 (デバイスの動作) 第3の形態にかかる機能ブロック 12 を含む装置 300 の動作は、第1の実施の形態にかかる装置 100 の動作と同様である。よって、その説明を省略する。

【0120】 (デバイスの製造プロセス) 次に、図8に示す装置 300 の製造プロセスについて説明する。図9～図11は、装置 300 の製造工程の一例を示す図である。

【0121】 (1) まず、第1の実施の形態にかかる装置 100 と同様に、背景技術の欄で説明した FSA 法を用いて、光学素子 14 を含む機能ブロック 12 が凹部 11 に嵌め込まれた基体 10 を形成する。

【0122】 (2) つづいて、図9に示すように、機能ブロック 12 上に電極層 225 を形成する。ここまでの工程は、第2の実施の形態にかかる装置 200 とほぼ同様である。

【0123】 (3) 次に、機能ブロック 12 上にレンズ形状部 220 および保護層 118、119 を形成するプロセスについて説明する。図10および図11は、保護

層 118、119 の製造工程を示す断面図である。

【0124】 まず、図10に示すスタンプ 29 を形成する。スタンプ 29 は紫外線に対して透明な材質から形成される。また、スタンプ 29 は鋳型面 29a を有する。鋳型面 29a は凹部 23 と凸部 26 とを含み、最終的に製造される装置 300 のレンズ形状部 220 とコンタクトホール 16 の形状の反転形状を有する。すなわち、凹部 23 は最終的に製造されるレンズ形状部 220 の反転形状部となり、凸部 26 は最終的に製造されるコンタクトホール 16 の反転形状部となる。

【0125】 鋳型面 29a には表面処理を施すことが望ましい。この表面処理は、後述する保護層 118、119 とスタンプ 29 との密着性が、その保護層 118、119 と機能ブロック 12 との密着性よりも低くなるようにするもの、すなわち、後述する保護層 118、119 とスタンプ 29 との剥離をする工程において、その剥離を容易にするために行なう。この表面処理としては、たとえば  $CF_4$  ガスプラズマによるフッ素処理などを挙げることができる。このようにして、スタンプ 29 を作製する。

【0126】 また、スタンプ 29 は、まず母型を形成し、この母型の形状を反転転写させて作製される。この母型は、最終的に製造される装置 300 のレンズ形状部 220 とコンタクトホール 16 の形状を有する。あるいは、スタンプ 29 を基体から直接作製してもよい。すなわち、ウェットエッチング法を用いて、基体に凹部 23 および凸部 26 を形成することにより、スタンプ 29 を作製することもできる。この場合、スタンプ 29 を形成するための基体の材質としては、樹脂の他に、金属、半導体基板 (たとえばシリコン)、石英、ガラスなどを用いることができる。

【0127】 (4) 次に、このスタンプ 29 の凹部 23 が光学素子 14 上に位置するように、スタンプ 29 と基体 10 とをアライメントをする。アライメント方法としては、たとえば、以下の方法を挙げることができる。

1) スタンプ 29 と基体 10 とを別々に位置決めし、機械的精度で張り合わせる方法。

2) スタンプ 29 が透明な場合において、機能ブロック 12 が形成されている側の基体 10 の表面に、アライメントの際の照準となるアライメントマークを付して、そのアライメントマークを利用してアライメントを行う方法。

3) スタンプ 29 が透明でない場合には、基体 10 上にスタンプ 29 が設置される際に基体 10 においてスタンプ 29 と重なる面と垂直方向に、スタンプ 29 を貫通する孔を設け、その孔を介して、上述のアライメントマークを利用してアライメントを行う方法。

【0128】 (5) スタンプ 29 と基体 10 とをアライメントした後、樹脂の液状物 118a をスタンプ 29 と基体 10 との間に導入し、図10に示すように、基体 1

0の面上に載せる。また、樹脂の液状物50を基体10の面上に載せた後、スタンプ29と基体10とをアライメントしてもよい。

【0129】樹脂の液状物118aとしては、エネルギーを付与することにより硬化するものが好ましい。樹脂が液状物であることで、スタンプ29の凹部23へ樹脂を充填することが容易となる。樹脂の液状物118aとしては、たとえば、第1の実施の形態の欄で例示したように、紫外線硬化型のアクリル系樹脂、紫外線硬化型のエポキシ系樹脂あるいは熱硬化型のポリイミド系樹脂の前駆体などを挙げることができる。特に、紫外線硬化型の樹脂は、紫外線照射のみで硬化することができるので、手軽に使用することができる。また、紫外線硬化型の樹脂の硬化の際には熱処理を加えないので、スタンプ29と、光学素子14を含む機能ブロック12との間の熱膨張差に起因するトラブルを心配する必要がない。

【0130】樹脂の液状物118aの基体10上への導入方法は、特に限定されるものではなく、たとえば、第2の実施の形態の欄で例示した方法、スピコート法、ディッピング法、スプレーコート法、ロールコート法、バーコート法などを利用することができる。

【0131】(6) 次いで、スタンプ29と基体10とを、樹脂を介して密着させる。このように、スタンプ29と基体10とを密着させることにより、樹脂の液状物118aは、図11に示すように、所定領域まで塗り広げられ、スタンプ29と基体10との間に樹脂の液状物118aからなる層が形成される。なお、必要に応じて、スタンプ29と基体10とを貼り合わせる際に、スタンプ29および基体10の少なくともいずれか一方を介して加圧してもよい。また、液状物118aの内部に気泡が混入することを防ぐため、10Pa程度の真空中で、スタンプ29と基体10とを密着させてもよい。

【0132】(7) 続いて、樹脂の液状物118aを硬化する。硬化方法は、樹脂の液状物118aの種類に応じて適宜の方法が選択され、第1の実施の形態の欄で説明した方法を用いることができる。紫外線硬化型の樹脂を用いた場合には、紫外線をスタンプ29側から樹脂の液状物118aに照射することにより、硬化することができる。

【0133】以上の工程によって、基体10上に、スタンプ29の鋳型面29aに対応した形状が転写され、保護層118、ならびにレンズ形状部220を含む保護層119が形成される。すなわち、図8に示すように、スタンプ29の凹部23に対応する部分にレンズ形状部220が形成され、凸部26に対応する部分にコンタクトホール16が形成される。

【0134】(8) つづいて、スタンプ29を保護層118、119および基体10から剥離する。この際、スタンプ29の鋳型面29aには、前述の工程により、スタンプ29が保護層118、119から離れ易くするた

めの表面処理が施されていると、スタンプ29を保護層118、119および基体10から容易に剥離することができる。

【0135】スタンプ29を剥離した後、コンタクトホール16の底部に樹脂が残存する場合がある。樹脂が残存してしまうと、コンタクトホール16の底部に金属層を設け、この金属層と電極層225とをコンタクトホール16を介して電気的な接触を取りたい場合に、電極層225とその金属層との電気的な接触が十分に図れなくなる。また、コンタクトホール16の底部に樹脂が残存した状態で、たとえば、電極層225に直接にワイヤボンディングを行うと、ワイヤと電極層225とを接続できなくなる問題が生じる場合がある。また、ワイヤを電極層225に接続できたとしても、ワイヤと電極層225との電気的な接触が十分に図れなくなるなどの問題が生じる。そのため、コンタクトホール16の底部に樹脂が残存した場合には、その残存した樹脂を除去するために、たとえば、以下に示す2つの工程のうち、いずれかの工程を行うことが望ましい。

【0136】第1に、アッシング、すなわち、樹脂を気相中で除去する方法を用いてコンタクトホール16の底部に残存した樹脂を除去する。アッシングの具体例としては、オゾンアッシング、プラズマアッシングなどを挙げることができる。オゾンアッシングは、高濃度のオゾンの雰囲気下で、オゾンとレジストを化学反応させて、樹脂を除去する方法である。プラズマアッシングは、反応性ガス、たとえば、酸素ガスのプラズマを発生させて、そのプラズマを利用して樹脂を除去する方法である。このようなアッシングによる方法によれば、全てのコンタクトホール16について残存した樹脂を除去することができるので、処理時間を要しないという利点がある。

【0137】第2に、コンタクトホール16の底部をエキシマレーザでアブレーションする。すなわち、細かく絞ったエキシマレーザビームをコンタクトホール16の底部に照準を合わせて照射し、コンタクトホール16の底部の樹脂を焼き飛ばす。エキシマレーザによれば、確実にコンタクトホール16の底部のみ処理を行うことができるので、レンズ形状部220の破損を心配する必要がないという利点がある。

【0138】以上の工程により、図1に示すように、本実施の形態にかかる装置300が得られる。

【0139】本実施の形態にかかる装置300は、第1の実施の形態にかかる装置300とほぼ同様の作用および効果を有する。さらに、上述した製造方法は、スタンプ29を利用して一体的にレンズ形状部220とコンタクトホール16を形成することができるため、たとえばフォトリソグラフィ法を用いてレンズ形状部220とコンタクトホール16を形成する場合と比較して、簡単であり、製造に要する時間を大幅に短縮することができ

る。また、スタンプ 29 は、一度作成すれば、再度繰り返して使用することができるため、製造コストを削減することができる、経済的である。

【0140】上記実施の形態において、スタンプ 29 は、紫外線に対して透明であるものであったが、これに限定されず、紫外線に対して透明でない材質、たとえば金属からなってもよい。スタンプ 29 が金属からなる場合には、電鍍を用いてスタンプ 29 を製造することができる。電鍍を用いたスタンプ 29 の製造は、スタンプ 29 を簡便に製造することができるという利点を有する。

【0141】スタンプ 29 が金属や半導体のように紫外線を透過することが困難な材質からなる場合には、樹脂の液状物は、紫外線硬化型の樹脂を適用することはできないが、熱硬化性の樹脂、たとえば、上述した熱硬化型のポリイミド系樹脂の前駆体を使用すれば、上記実施の形態と同様の作用効果を得られる。

【0142】また、上記の実施の形態における装置の駆動方法は一例であり、本発明の趣旨を逸脱しない限り、種々の変更が可能である。また、上記の実施の形態では、1 の機能ブロックに 1 の光学素子（機能素子）を含む装置を示しているが、1 の機能ブロックに機能素子が複数個あっても本発明の形態は損なわれない。

【0143】以下、本発明の光伝送装置の 2 つの実施形態について説明する。図 12 は、本発明の光伝送装置の第 1 実施形態である積層 IC チップ間の光インターコネクション装置の概略構成図であり、ここでは、CPU や DRAM 等の IC チップ（LSI）1001a～1001c を三層積層している。この実施形態では、図示する最下層の IC チップ 1c の発光素子 1002a の光を中層及び最上層の IC チップ 1001b、1001a の受光素子 1003a で受光し、最上層の IC チップ 1001a の発光素子 1002b の光を中層及び最下層の IC チップ 1001b、1001c の受光素子 3b で受光するように構成されている。そのため、一方の発光素子 1002a は他方の発光素子 1002b と発光波長が異なり、また一方の受光素子 1003b は他方の受光素子 1003a と感受する受光波長帯域が異なる。なお、この実施形態では、各 IC チップ 1001a～1001c の基板（基体）1004a～1004c 及び機能ブロック 1007a～1008b を Si で作製した。そのため、各発光素子の光として 1.0  $\mu\text{m}$  以上、好ましくは 1.1  $\mu\text{m}$  以上の波長を選んでいる。Si は 1.0  $\mu\text{m}$  の波長に対して約 100  $\text{cm}^{-1}$  と吸収係数が大きく、相応の損失がある。一方、波長が 1.1  $\mu\text{m}$  以上では、吸収係数は 10  $\text{cm}^{-1}$  以下と小さい。そこで、本実施形態では、各発光素子の光の波長を 1.0  $\mu\text{m}$  以上、好ましくは 1.1  $\mu\text{m}$  以上とした。この波長の光ならば、Si を容易に透過することができるため、対向する受発光素子間の光信号の伝達が良好にできる。勿論、後述する接着層 1021 も、この波長帯域の光に対して透明である。

【0144】前記各 IC チップ 1001a～1001c の各基板 1004a～1004c のうち、前記各発光素子 1002a、1002b 及び受光素子 1003a、1003b を実装すべき部位には、凹部 1005b（1005a）、1006a（1006b）が形成されている。各凹部 1005b、1006a は、上方平面より下方平面が小さく、且つ側面が台形状の凹部である。これらの凹部 1005b、1006a は、Si を異方性エッチングすることによって、特に側面の傾きなど、極めて精度よく、形成することができる。なお、少なくとも同じ基板 1004a 上の発光素子用凹部 1005b と受光素子用凹部 1006a とは、大きさ等の形態が異なる。また、本実施形態では、図 12 に示すように、その他の凹部、例えば中層の IC チップ 1001b の基板 1004b の受光素子用凹部 1006a、1006b 同士も、最下層の IC チップ 1001c の基板 1004c の受光素子用凹部 1006b と発光素子用凹部 1005a とともに大きさ等の形態が異なっている。つまり、例えば 1006a や 1006b のように、同じ符号を付している凹部同士は大きさ等の形態が同じであるが、符号の異なる凹部同士は、互いに大きさ等の形態が異なる。換言すれば、同じ機能の素子が必要な部位の凹部は形態が同じであるが、異なる機能の素子用の凹部は形態が異なるのである。

【0145】次に、本発明の光伝送装置を波長多重型光インターコネクション装置に適用した第 2 実施形態を示す。波長多重型光インターコネクション装置は、例えば図 13 のように構成される。この例は、例えば特開平 11-289317 号公報に記載されるものと同等であり、波長の異なる複数の発光素子 1002 が実装されている発光素子アレイ 1111 と、光導波路となる光ファイバ 1110 と、前記発光素子 1002 の夫々の波長の光を抽出するフィルタ素子 1122 が実装されているフィルタアレイ 1112 と、このフィルタアレイ 1112 で抽出された各波長の光を受光する受光素子 1003 が実装されている受光素子アレイ 1113 とで構成される。なお、図では、理解を容易にするために、各構成要素を分離しているが、実質的に各構成要素は、光学的に直接接合されている。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態にかかる機能ブロックを含む装置を模式的に示す断面図である。

【図 2】 図 1 に示す装置の平面図である。

【図 3】 図 3(a)、図 3(b) とともに、ノズルを用いて液状物を柱状部の上面に供給する方法を経時的に表した模式図である。

【図 4】 図 4(a)、図 4(b) とともに、インクジェットヘッドを用いて液状物を柱状部の上面に供給する方法を経時的に表した模式図である。

【図 5】 本発明の第 2 の実施の形態にかかる機能プロ

ックを含む装置を模式的に示す断面図である。

【図6】 図5に示す装置の製造工程の一例を示す断面図である。

【図7】 図6に示す領域A100の拡大図である。

【図8】 本発明の第3の実施の形態にかかる機能ブロックを含む装置を模式的に示す断面図である。

【図9】 図8に示す装置の製造工程の一例を示す断面図である。

【図10】 図8に示す装置の製造工程の一例を示す断面図である。

【図11】 図8に示す装置の製造工程の一例を示す断面図である。

【図12】 本発明の光伝送装置の第1実施形態を示す概略構成図である。

【図13】 本発明の光伝送装置の第2実施形態を示す概略構成図である。

【符号の説明】

10 基体

11 凹部

12 機能ブロック

14 光学素子

16 コンタクトホール

18, 118, 119 保護層

20, 120, 220 レンズ形状部

22 固定部

23 凹部

24 液状物

25, 125, 225 電極層

26 凸部

10 27 ノズル

28 インクジェットヘッド

29 スタンパ

100, 200, 300 装置

110 撥液膜

112 機能基を末端に有するチオール

113 メルカプト基

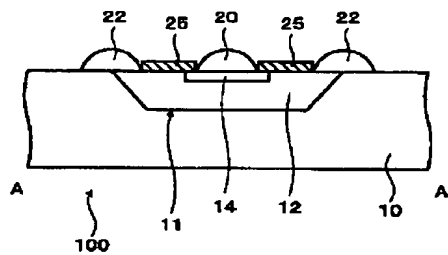
114 機能基

115 金層

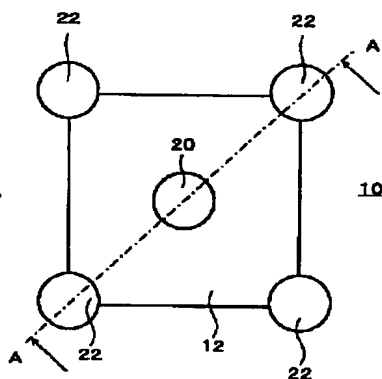
116 チオール単分子膜

20 118a 液状物

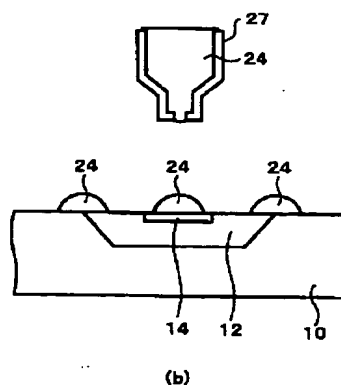
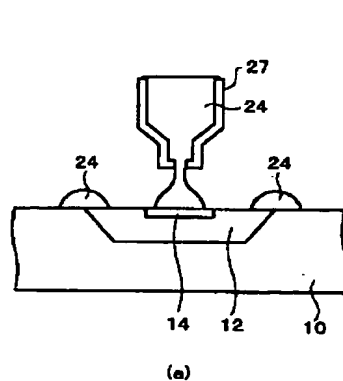
【図1】



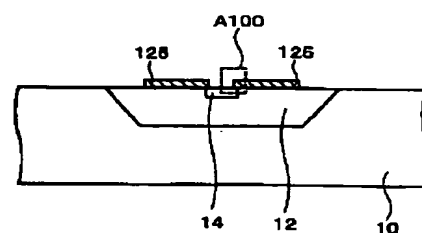
【図2】



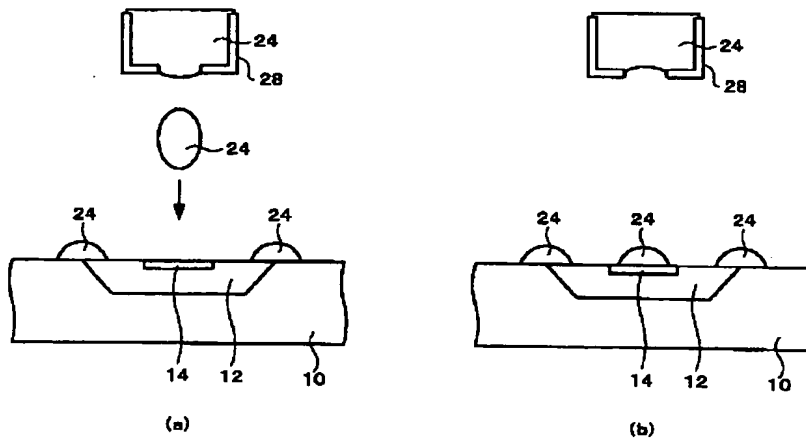
【図3】



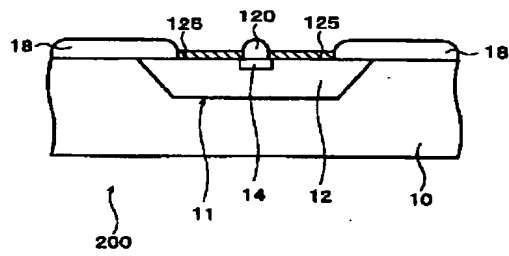
【図6】



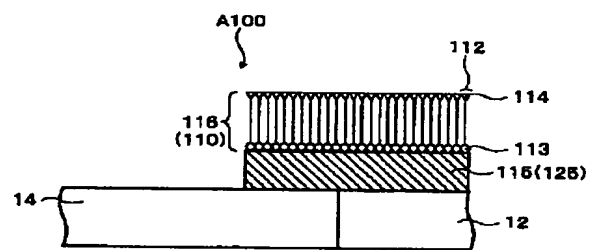
【図 4】



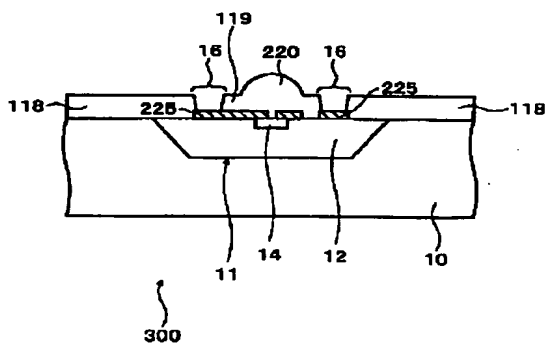
【図 5】



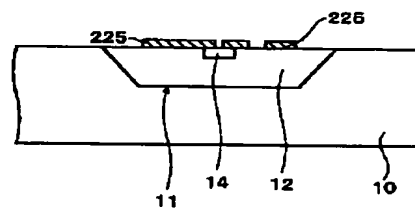
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 11】

